

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета



Рабочая программа дисциплин

«Нагрев и нагревательные устройства в прокатном производстве»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Профиль
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2026 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2026

Разработчик:

Доцент, кандидат технических наук



/И.М. Таупек/

Согласовано:

Зав. Кафедрой «Машиностроительные
и металлургические технологии»

Доцент, кандидат технических наук



/Н.Г. Синельникова/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Структура и содержание дисциплины	4
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	4
3.2	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3	Содержание дисциплины	7
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2	Основная литература	7
4.3	Дополнительная литература	7
4.4	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5	Материально-техническое обеспечение	8
6	Методические рекомендации	8

6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7	Фонд оценочных средств	9
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	9
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	9
7.3	Оценочные средства	9

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель освоения дисциплины: изучение конструктивных особенностей оборудования для нагрева металлоизделий; изучение методик расчета характеристик нагревательного оборудования; изучение технологий термической обработки, используемых на металлургических предприятиях.

К основным задачам освоения дисциплины «Нагрев и нагревательные

устройства в прокатном производстве» следует отнести:

- ознакомление студентов с основными процессами нагрева перед пластической деформацией и термической обработкой металла;
- формирование знаний технологических схем производства черных металлов. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с качеством металлопродукции. Рассматриваются вопросы качественного нагрева металла перед обработкой давлением и с целью термической обработки. Отдельно уделяется внимание новому оборудованию (системе отопления печей), обеспечивающему быстрый и равномерный нагрев металлопродукции и производится сравнение его с оборудованием, известным в металлургии;
- освоение методик расчета нагрева металлопродукции сложной формы и умение их практического применения к реальным металлургическим процессам;
- подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 способность определять и анализировать технологические процессы и оборудование прокатного производства	ИПК-2.1. Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству проката ИПК-2.2. Анализирует теорию и технологию термической обработки, травления, прокатки и резки проката; анализирует показатели работы технологических участков цеха при выполнении производственных заданий; принимает решения о внесении регламентируемых корректировок в технологических процессах участков цеха по производству проката ИПК-2.3. Анализирует изменения показателей процесса производства, контролирует качество проката на всех стадиях технологического процесса

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нагрев и нагревательные устройства в прокатном производстве» относится к элективным дисциплинам (Б1.2.ЭД) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Оборудование технологических линий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- теплофизика,
- металлургическая теплотехника,
- сопротивление материалов;
- технология прокатного производства;
- технология кузнечно-штамповочного производства.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часа, форма контроля – экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			6	
1	Аудиторные занятия	28	28	
	В том числе:			
1.1	Лекции	10	10	
1.2	Семинарские/практические занятия	10	10	
1.3	Лабораторные занятия	8	8	

2	Самостоятельная работа	80	80	
3	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	3	3	
	Итого	108	108	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Сам о- сто- я- тель ная ра- бота
			Лек ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные за- нятия	Прак- тиче- ская подгот овка	
1	Нагрев металла	54	5	5	4		40
2	Конструкции печей прокатных цехов.	54	5	5	4		40
Итого		108	10	10	8		80

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Нагрев металла

Цели и показатели нагрева металла: температура нагрева, равномерность нагрева, продолжительность нагрева. Процессы, протекающие при нагреве. Термические напряжения. Окисление и обезуглероживание поверхности при нагреве.

Режимы нагрева металла. Понятие термической массивности изделия. Режимы нагрева термически тонких тел. Режимы нагрева термически массивных тел. Прогреваемая толщина металла. Общие сведения о расчетах времени нагрева металла.

Системы отопления печей черной металлургии.

Газовые топлива, используемые в промышленных печах. Выбор топлива и методов его сжигания. Горелочные устройства и их классификация. Горелки с полным предварительным смешением топлива и воздуха. Горелки без предварительного смешения топлива и воздуха. Горелки с частичным предварительным смешением топлива и воздуха. Сжигание жидкого топлива. Форсунки, их классификация и принципы работы. Нагревательные устройства, используемые в печах термических цехов. Сжигание твердого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива.

Тема 2. Конструкции печей прокатных цехов.

Классификация металлургических печей по принципу теплогенерации, по технологическому назначению и конструктивным признакам. Основные положения общей теории печей. Процессы теплогенерации и режимы работы печей. Теплотехнические характеристики работы печей. Тепловой баланс и определение расхода топлива. Нагревательные печи прокатных и кузнечно-прессовых цехов: нагревательные колодцы, методические толкательные печи, печи с шагающим подом и шагающими балками, камерные печи с выкатным подом, печи с вращающимся подом. Секционные печи скоростного нагрева.

Термические печи. Общая характеристика и классификация. Термические печи периодического и непрерывного действия.

Печное оборудование.

Кладка и фундамент печей. Использование огнеупоров в черной металлургии. Теплоутилизационные устройства, входящие в состав печного оборудования, их разновидности и назначение. Автоматизация теплового режима нагревательных и термических печей.

Лабораторные работы

№ темы	План занятия, основное содержание
1	Определение количества тепла при нагреве заготовки.
2	Тепловой баланс электропечи.

1 Учебно-методическое и информационное обеспечение

1.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (с изменениями и дополнениями от 27 февраля 2023г.), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702.

3. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 6 апреля 2021 г. N 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"

1.2 Основная литература

- 1 Гусовский В.Л., Лившиц А.Е. Методика расчета нагревательных и термических печей: учебное пособие. – М.: Теплотехник, 2004. – 400с.
- 2 Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Книга 1. Производство горячекатаных листов и полос. М.: Теплотехник, 2008. – 648с.

1.3 Дополнительная литература

1. Брюхов Б.Н., Подкустов В.П. Методические указания по курсовому проектированию для спец.150201. Электросталь, ЭПИ МИСиС, 2004. - 31с.
2. Лапшин И.В. Автоматизация технологических процессов дуговой сталеплавильной печи: Учебное пособие для вузов. - М.: Квадратум, 2002. - 157с.
3. Гулидов И.Н. Оборудование прокатных цехов. М.: Интерметинжиниринг, 2004г., 315с.

1.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московский Политех» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>);

1.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042
2. Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

1.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернет-версия» <https://www.consultant.ru/online/>
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
4. ЭБС «IPR» <https://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал <http://window.edu.ru>
7. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
8. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>
10. ЭБС Юрайт <https://urait.ru/>

2 Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория лекционного типа №1301, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Мультимедийное оборудование, экраны, комплект мебели.
Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1506, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
Учебная аудитория курсового проектирования № 1304, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук), ксерокс

3 Методические рекомендации

3.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

3.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации

преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;

4 Фонд оценочных средств

4.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ПК 2	способность определять и анализировать технологические процессы и оборудование прокатного производства	ИПК-2.1. Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству проката ИПК-2.2. Анализирует теорию и технологию термической обработки, травления, прокатки и резки проката; анализирует показатели работы технологических участков цеха при выполнении производственных заданий; принимает решения о внесении регламентируемых корректировок в технологических процессах участков цеха по производству проката ИПК-2.3. Анализирует изменения показателей процесса производства, контролирует качество проката на всех стадиях технологического процесса	УО Т Р Э	Темы 1-5

4.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Критерии оценки лабораторной работы

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном

демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

7.3 Оценочные средства

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Защита лабораторной работы (ЛР)	Средство проверки умений и навыков по использованию лабораторного оборудования и измерительных приборов, обработке экспериментальных данных и их сравнению с теоретическими расчетами	Примерные вопросы для защиты лабораторных работ
3.	Зачет (З)	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводится во время сессии.	Вопросы к зачету

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

1. Показатели нагрева металла.
2. Степень равномерности нагрева металла.
3. Одноступенчатая схема нагрева металла.
4. Окисление поверхности металла при нагреве.
5. Перегрев и пережог и способы борьбы с ними.
6. Термически тонкие и термически массивные тела.
7. Двухступенчатый режим нагрева металла.
8. Трехступенчатый режим нагрева металла.
9. Обезуглероживание поверхности металла при нагреве.
10. Классификация горелочных устройств.

11. Горелки с полным предварительным смешением топлива и воздуха.
12. Конструктивные особенности горелок для термических печей.
13. Горелки без предварительного смешения топлива и воздуха.
14. Горелки с частичным предварительным смешением топлива и воздуха
15. Особенности сжигания жидкого топлива
16. Особенности сжигания жидкого топлива.
17. Форсунки, их разновидности и конструктивные особенности.
18. Радиационные трубы. Их устройство и применение.
19. Сжигание твердого топлива.
20. Классификация печей по технологическим и теплотехническим признакам.
21. Огнеупорные материалы и их применение в кладке стен и сводов печей.
22. Температурный режим по длине методической печи
23. Нагревательные печи камерного типа.
24. Нагревательные печи с вращающимся подом.
25. Механическое оборудование печей (рольганги, конвейеры, шагающие балки).
26. Печи термических цехов, их классификация.
27. Роликовые термические печи.
28. Нагревательные и термические печи с выкатным подом.
29. Колпаковые печи для светлого отжига рулонов
30. Классификация печей по технологическим и теплотехническим признакам.

Текущий контроль

Устный опрос

Нагрев металла перед обработкой давлением

1. Процессы, происходящие при нагреве металла: окисление, обезуглероживание, перегрев, пережог.
2. Режимы нагрева термически массивных заготовок.
3. Режимы нагрева термически тонких заготовок.
4. 2-х и 3-х ступенчатый нагрев заготовок.
5. Камерные нагревательные печи.

Устройства для сжигания топлива

6. Классификация горелочных устройств.
7. Зависимость длины факела от способа смешения топлива с воздухом
8. Сжигание жидкого топлива.
9. Устройства для сжигания твердого топлива.

Печи прокатных цехов

10. Огнеупорные материалы, необходимые свойства и производство.
11. Классификация огнеупорных материалов по химико-минералогическому составу.
12. Режимы нагрева металла в методических печах.
13. Методические печи с наклонным подом.
14. Печи с тарельчатым подом.
15. Печи с шагающими балками.

Тематика лабораторных работ

1. Определение количества тепла при нагреве заготовки.
2. Тепловой баланс электропечи.